

Atelier sous régional : « changements climatiques et interactions élevage environnement en Afrique de l'Ouest », 11-15 février 2008, Niamey (Niger)

**Titre : Evolutions des pratiques agropastorales et changements climatiques en zone soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest : proposition d'un modèle conceptuel de l'interaction climat-écosystème-systèmes de production agropastoraux**

*Vall, Eric, CIRAD UPR Systèmes d'élevages, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; CIRAD UPR Systèmes d'élevages, Montpellier, F-34398, France; CIRDES, Bobo-Dioulasso, BP 454, Burkina Faso*

*Andrieu, Nadine, CIRAD UMR Innovation, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; UMR Innovations, Montpellier, F-34398, France; CIRDES, Bobo-Dioulasso, BP 454, Burkina Faso*

*Dugué, Patrick, CIRAD UMR Innovation, Montpellier, F-34398, France*

*Richard, Didier, CIRAD UPR Systèmes d'élevages, Montpellier, F-34398, France;*

*Tou Zoumana, CIRDES URPAN, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; CIRDES, Bobo-Dioulasso, BP 454, Burkina Faso*

*Diallo Mohamadoun, CIRDES URPAN, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; CIRDES, Bobo-Dioulasso, BP 454, Burkina Faso*

## 1. Résumé

Dans les zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'ouest les impacts cumulés du changement climatique global (CCG) et de la pression anthropique via les pratiques agropastorales hypothèquent la durabilité des écosystèmes exploités par les éleveurs et les agriculteurs. Il est urgent de comprendre : (i) Comment ceux-ci perçoivent le CCG et quelles sont leurs stratégies d'adaptation face au CCG et aux aléas climatiques ? (ii) Quel sera l'impact de ces stratégies sur les performances des systèmes de production et sur les ressources naturelles ? La communication propose d'abord un modèle conceptuel rendant compte des interactions entre : (a) le climat et ses évolutions actuelles ; (b) les espaces/ressources agro-sylvo-pastoraux des écosystèmes exploités par les agriculteurs et les éleveurs (sol, eau, pâturages, biodiversité,...); (c) les systèmes agropastoraux (pratiques locales, leurs performances technico-économiques et leur effets sur les écosystèmes et le CCG). Ensuite, à partir de données collectées chez des éleveurs et des agriculteurs de Koumbia (zone cotonnière, Burkina Faso), on s'attachera à analyser quelques aspects de leurs stratégies d'adaptation lorsqu'ils sont confrontés à des situations climatiques contrastées et problématiques. La communication conclura enfin sur l'hypothèse suivante : le CCG affectera plus spécifiquement l'agriculture pluviale que l'élevage, au moins dans un premier temps, la mobilité du bétail permettant aux éleveurs de s'adapter plus facilement aux conséquences locales des aléas pluviométriques. Il est donc urgent de développer avec les producteurs des solutions techniques et organisationnelles (i) au niveau de l'unité de production pour favoriser la flexibilité des itinéraires techniques et des systèmes de production faces aux aléas climatiques, accroître la production et réduire les pertes de biomasses fourragères, réduire les pertes en eau par évaporation et ruissellement et (ii) au niveau collectif, élaborer des règles de gestion concertée des espaces agro-sylvo-pastoraux à l'échelle des territoires villageois et mettre en place des cadres de concertation appropriés pour le suivi de leur mise en oeuvre.

## 2. Introduction

Les zones soudano-sahéliennes d'Afrique de l'Ouest se caractérisent par une forte variabilité de la pluviosité dans le temps et dans l'espace conduisant à une diversité de scénarios agro-climatiques : année globalement déficitaire ou excédentaire en eau, démarrage des pluies précoce ou tardif, périodes avec déficit hydrique et/ou excès en eau en cours de campagne

agricole, inondations, , fin de saison des pluies plus ou moins précoce.... Ces contraintes pluviométriques affectent la production de biomasse primaire, l'élaboration des rendements des cultures, le remplissage des nappes, le parasitisme et les performances des systèmes d'élevage. Les changements climatiques dans ces régions se caractérisent aussi par un accroissement de la température surtout en fin de saison sèche, par une augmentation de la fréquence des phénomènes extrêmes (sécheresses, inondations...) et par un renforcement des épisodes venteux d'harmattan qui peuvent aussi affecter les productions végétales et animales (Somé et Hamadia, 2006). A ces contraintes d'ordre climatique s'ajoutent des contraintes d'origine anthropique comme la croissance de la population rurale, l'extension des champs cultivés et l'augmentation du cheptel concourant à la dégradation de la fertilité des sols et des parcours naturels. Il est admis aujourd'hui que l'agriculture sensu lato doit à la fois fournir des productions utiles aux populations rurales mais aussi rendre des services environnementaux utiles à tous (séquestration du carbone, contrôle des flux hydriques et prévention des inondations, etc.). Mais en l'absence, dans cette région d'Afrique, de rémunération de ces services et de véritables politiques d'appui au monde rural pour mieux gérer les ressources naturelles, il est difficile pour les producteurs sub-sahariens de répondre aux attentes environnementales de la Société. De ce fait on observe dans la plupart des situations rurales une dégradation continue des agro-écosystèmes hypothéquant la durabilité des systèmes de production. Les pratiques actuelles des producteurs répondent d'abord à des besoins à court terme de leurs familles (alimentation, santé, scolarisation,...) même s'ils sont conscients qu'elles ne concourent pas à la durabilité de leur unité de production. Ce constat peu optimiste et cette évolution risquent certainement d'être confortés par les changements climatiques en cours.

L'agriculture et l'élevage sont fortement dépendants de la pluviométrie et par conséquent les performances et les stratégies des agriculteurs et des éleveurs sont affectés directement par la diversité des scénarios d'hivernage. C'est sur ces stratégies et sur ces pratiques que les politiques locales de développement peuvent agir afin de limiter le plus rapidement possible la dégradation des conditions environnementales de production. Il est par conséquent important de comprendre : (i) Comment se manifestent les effets du Changement Climatique Global (CCG) sur les écosystèmes et les ressources naturelles mobilisés par les systèmes agropastoraux; (ii) Comment les agropasteurs<sup>1</sup> perçoivent le CCG et quelles sont leurs stratégies d'adaptation au CCG et plus concrètement aux aléas climatiques ? (iii) Quel sera l'impact de ces stratégies sur les ressources naturelles ? (iv) Comment améliorer ces stratégies d'adaptation afin d'en limiter les impacts négatifs sur les ressources naturelles ? etc.

L'objectif de la présente étude est de proposer un modèle conceptuel permettant de rendre compte des interactions entre : (a) le climat et ses évolutions actuelles (objectives et perçues par les agropasteurs); (b) les composantes agro-sylvo-pastorales des écosystèmes exploités par les agropasteurs (agriculteurs, agro-éleveurs et éleveurs); (c) les systèmes agropastoraux (pratiques locales des agropasteurs, leurs performances technico-économiques). Puis dans un second temps, à partir de données disponibles et d'observations de terrains récentes, l'étude s'attachera à implémenter le modèle sur les points suivants : comment les agropasteurs perçoivent-ils les évolutions climatiques en cours ? Comment caractérisent-ils la diversité des scénarios pluviométriques et en se basant sur quels types d'indicateurs ? Quelles sont leurs stratégies d'adaptation des pratiques de culture et d'élevage selon les scénarios pluviométriques ? Les conséquences et les effets des pratiques sur les écosystèmes ne seront pas abordés dans cette communication, mais feront l'objet d'études complémentaires (suivis des pratiques et mesure des effets).

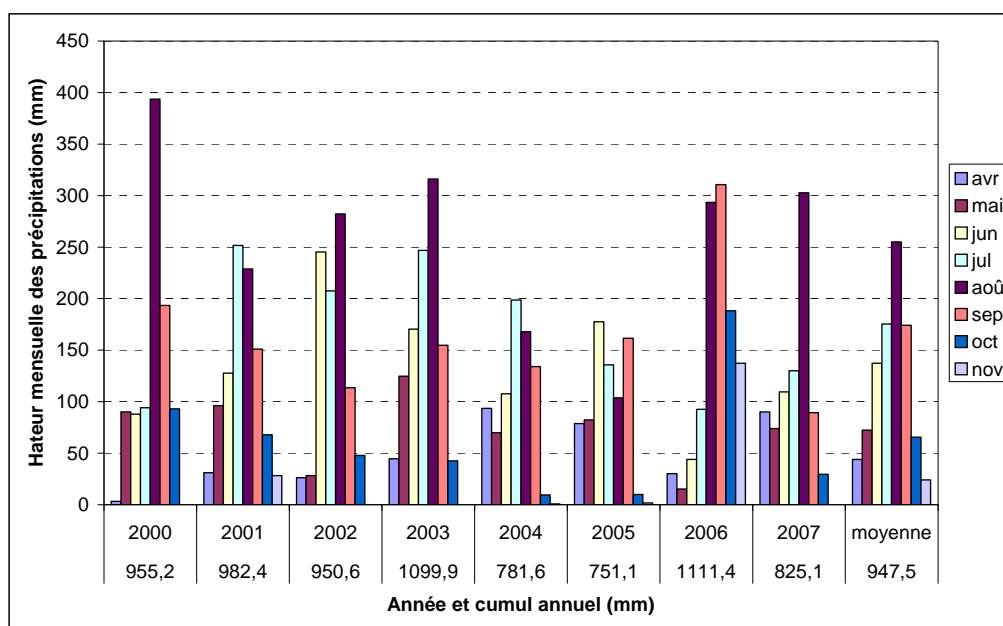
---

<sup>1</sup> Correspondant à une diversité de producteurs ruraux : agriculteurs, agro-éleveurs et éleveurs

### 3. Méthode

L'étude est conduite dans le village de Koumbia situé en plein cœur de l'ancien bassin cotonnier à 70 km de Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso. Ce terroir est caractérisé par une forte pression anthropique (60 hab/km<sup>2</sup>, 45 UBT/km<sup>2</sup>, une emprise agricole de 36%). Les productions principales sont le coton, le maïs et l'élevage de bovins.

Pour cette étude, nous disposons d'enregistrements pluviométriques de 2000 à 2007 (Figure 1) ainsi que de données sur les systèmes de production et les pratiques agropastorales (Tableau I). Des données de suivi agronomique de parcelles de producteurs de Koumbia en 2005 et 2007 et de Kourouma<sup>2</sup> en 2007 seront également utilisées ainsi que des données de suivi de troupeaux à Koumbia en 2005 et 2006.



**Figure 1 : Profils pluviométriques annuelles et cumuls**

Les agropasteurs de Koumbia se répartissent en trois grandes catégories selon la taille du troupeau bovin et la surface cultivée : les agriculteurs (3-15 ha et 0-10 bovins) ; les éleveurs (sf < 5ha et troupeau > 10 bovins) et les agro-éleveurs qui combinent fortement les deux activités (sf > 5ha et troupeau > 10 bovins).

**Tableau I : Typologie des producteurs de Koumbia (Vall et al. 2006)**

Type	Agriculteurs				Agro-Eleveurs		Eleveurs		
Sous types	Petite UP sans TA	Petite UP avec TA	UP moyenne	Grande UP	UP moyenne	Grande UP	Grand troupeau	Troupeau moyen	Petit troupeau
Importance numérique du type (%)	13	36	26	9	4	3	3	4	2
Actifs agricoles (unité)	4	5	6	9	8	39	13	3	4
Surface totale cultivée (ha)	3,2	6,3	9,8	13,8	7,5	34,4	3,3	3	1,8
Surface totale cultivée/actif (ha)	0,8	1,4	1,7	1,6	1	1	0,3	1,2	0,5
Sole de Coton (%)	55%	52%	54%	56%	42%	63%	18%	0%	0%
Sole de Maïs (%)	23%	30%	37%	31%	33%	33%	76%	50%	57%
Bovins d'élevage (unités)	0	2	7	15	31	36	111	43	11
Bœufs de trait (unités)	0	2	3	7	4	10	2	2	1

<sup>2</sup> Kourouma est un village de la zone cotonnière situé dans la province du Kénédougou qui comme Koumbia se caractérise par une forte pression anthropique, une forte présence de l'élevage et soumis à un régime pluviométrique comparable à Koumbia.

Enfin, pour cette étude une enquête a été réalisée auprès de 2 groupes de producteurs de Koumbia afin de commencer à implémenter le modèle : 10 agriculteurs et agro-éleveurs et 10 éleveurs réunis séparément pour des entretiens collectifs. Un guide d'enquête a été élaboré pour :

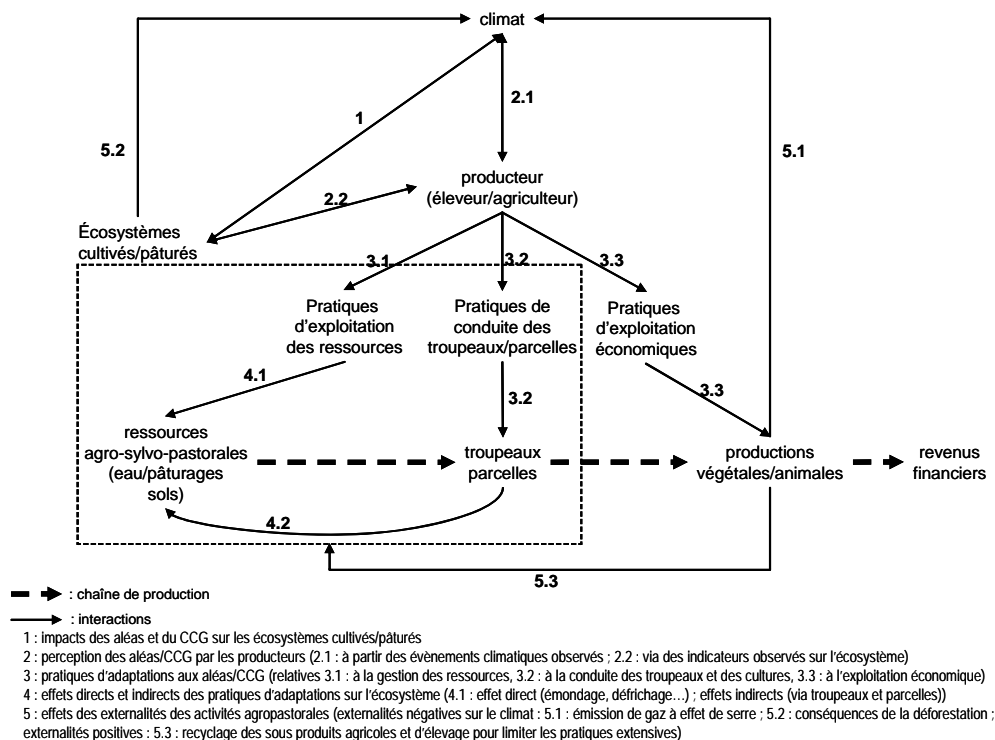
- 1) caractériser la perception du CCG et des aléas climatiques par les producteurs ;
- 2) caractériser la diversité des scénarios pluviométriques et des indicateurs reconnus par les 2 groupes de producteurs, diversité sur laquelle ils se fondent pour adapter leur stratégie et leur pratiques ;
- 3) caractériser leurs stratégies d'adaptation des pratiques culturales et de conduite des troupeaux selon les scénarios pluviométriques.

## 4. Résultats

### 4.1 Proposition d'un modèle conceptuel

#### 4.1.1 Structure du modèle

Un modèle conceptuel des interactions entre le climat, les écosystèmes et les systèmes de production agropastoraux a été élaboré en prenant en compte les perceptions et les règles de décision des agropasteurs (Figure 2).



**Figure 2 : Proposition de modèle conceptuel des interactions climat-écosystèmes-systèmes de production agropastoraux**

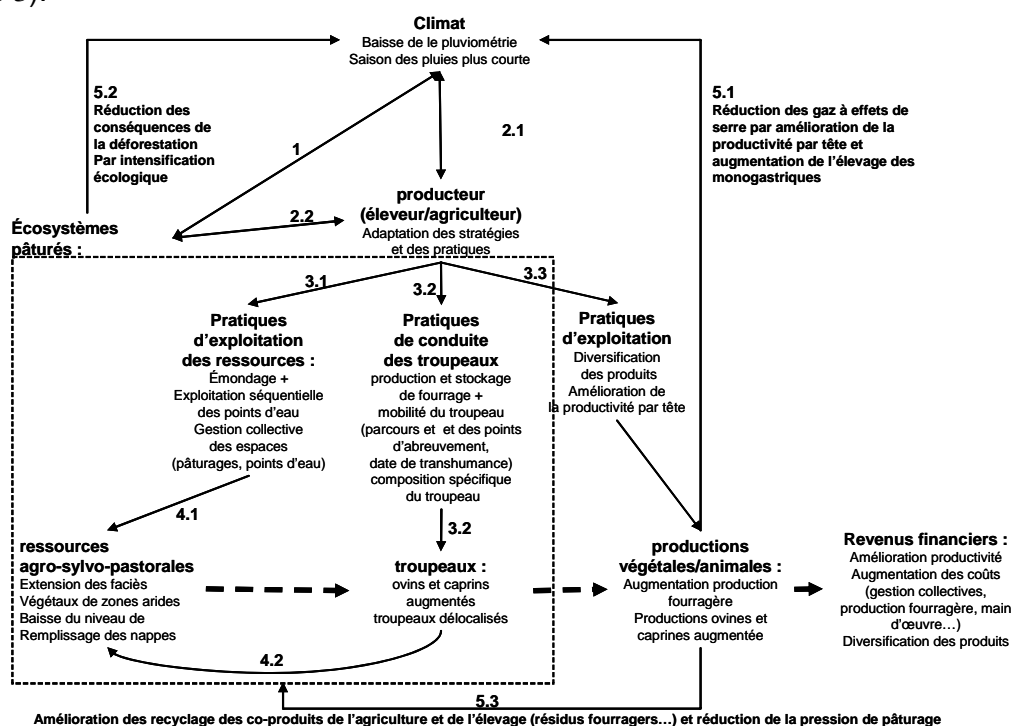
Le climat agit directement sur les composantes et la dynamique des écosystèmes selon les scénarios pluviométriques, plus particulièrement sur : la production de biomasses végétales primaires (parcours) et cultivées, la composition floristique, la composition et l'activité de la micro et macrofaune et donc sur les sols (via la minéralisation de la matière organique), les flux hydriques et l'érosion. Ce type de relation fluctue selon les scénarios climatiques et concerne les différents compartiments de l'écosystème et des unités de paysage qu'ils soient fortement ou peu soumis à l'influence de l'homme (flèche 1). Les producteurs perçoivent les aléas climatiques soit directement (flèche 2.1 ; date de démarrage des pluies,

fréquence et volume des pluies...) soit indirectement (flèche 2.2) à partir des effets de la pluviométrie sur les composantes des écosystèmes (pousse de l'herbe des parcours et des adventices, progression/régression des populations de plantes et animaux (bio-indicateurs), niveau de l'eau dans les nappes aux dates clés des calendriers agropastoraux...). Forts de ces observations, les producteurs développent des stratégies d'adaptation en modifiant ou pas leurs pratiques agropastorales dans la conduite des troupeaux et des cultures (flèche 3.2), leurs modes de gestion des ressources agro-sylvo-pastorales (flèche 3.1) et leurs stratégies économiques (flèche 3.3). Cet ensemble de changements est géré en grande partie par l'agropasteur dans le cadre de la gestion et de la conduite de son unité de production. Mais certains changements – principalement dans la gestion des ressources naturelles peuvent être attribués à des décisions collectives (par exemple : gestion des feux de brousse et autorisation des feux précoces uniquement).

Les modifications de pratiques et de modes de gestion ont des effets soit directs sur les écosystèmes (flèche 4.1) via l'action de l'homme (émondage, défrichage accru, etc...) soit indirects via l'action des animaux et des plantes cultivées sur les sols, les pâturages et les ressources en eau (flèche 4.2). Enfin, si l'on se place désormais à l'échelle de la communauté villageoise ou de la petite région les activités agropastorales de l'ensemble des producteurs produisent des externalités positives ou négatives sur les écosystèmes et le climat (flèche 5.1 : émission des gaz à effets de serre par les ruminants ; flèche 5.2 : impact de la déforestation sur le climat, modification de l'albédo ; flèche 5.3 : recyclage des sous produits de l'agriculture et de l'élevage pour entretenir la fertilité des sols pour limiter les pratiques extensives...).

#### 4.1.2 Un exemple de scénario « fiction » pour illustrer l'intérêt du modèle

Ce modèle conceptuel est un outil permettant de réfléchir aux stratégies d'adaptation possibles d'un producteur confronté à une situation pluviométrique particulière. Pour l'illustrer, prenons le cas d'un éleveur confronté à une forte réduction de la pluviométrie (Figure 3).



**Figure 3 : Scénario « fiction » des interactions climat-écosystèmes-systèmes d'élevage en cas de réduction forte et durable de la pluviométrie**

La baisse de pluviométrie pendant plusieurs années induit une aridification de l'écosystème caractérisée par une modification de sa composition floristique et une baisse du niveau des nappes phréatiques (1). L'éleveur constate alors l'apparition de saisons de pluies plus courtes et moins arrosées (2.1) et une transformation progressive de la végétation naturelle vers un faciès de zone plus aride (2.2). L'abreuvement du troupeau durant la deuxième moitié de saison sèche devient une question de plus en plus critique et nécessite des innovations techniques et organisationnelles pour le réaliser quantitativement et qualitativement (forages, droit d'accès à l'eau, gestion des mares...). Du fait de l'aridification de l'écosystème les éleveurs disposent d'une moindre quantité de biomasse fourragère issue des espèces herbacées, de ce fait ils sont amenés à exploiter plus les fourrages ligneux. Des mesures collectives peuvent être prises ou pas pour préserver le capital de production des ligneux fourragers (3.1). Au niveau du système de production, l'éleveur scinde son troupeau et délocalise une partie de l'effectif dans des zones mieux arrosées, il modifie la composition spécifique du troupeau pour mieux exploiter les différentes strates de la végétation, choisit des espèces (ovin, caprin) et des races mieux adaptées aux climats secs, améliore les pratiques de production, de conditionnement et de stockage des fourrages, enfin la transhumance de saison sèche est de plus en plus fréquente d'années en années... (3.2). Sa stratégie économique et ses revenus (3.3) sont affectés par l'ensemble de ses changements de pratiques (coûts liés à la gestion collective des ressources, à la transformation des modes de conduites, à la transhumance...). Dans un tel contexte, les autorités politiques peuvent mettre en place des mesures incitatives pour tenter de tamponner les effets de l'élevage et de l'agriculture sur le climat et les écosystèmes en voie d'aridification : réduire les défrichages et la déforestation en encourageant les pratiques d'intensification écologique (5.2) (Griffon, 2007), réduire les émissions de gaz à effets de serre en encourageant la diminution des effectifs de ruminants par unité de production associée à une augmentation de la productivité/tête, ou bien en encourageant l'élevage des monogastriques (5.1), développer le recyclage des coproduits de l'agriculture pour réduire la pression sur les ressources ASP (5.3), et développement de l'intensification écologique (5.2), etc.

#### ***4.2 Perception du CCG et adaptation des pratiques des producteurs face aux aléas climatiques : étude préliminaire pour implémenter le modèle***

##### ***4.2.1 Comment les agropasteurs perçoivent-ils le CCG et caractérisent-ils la diversité des scénarios pluviométriques ?***

Cette partie de l'étude s'appuie sur les résultats des entretiens conduits avec les 2 groupes de producteurs et vise à implémenter les relations 2.1 et 2.2 du modèle. Dans le texte le terme agriculteurs englobera les agriculteurs sensu stricto et les agro-éleveurs (cf Tableau I) c'est à dire les UP dominées par les productions végétales. Le terme éleveur désignera les éleveurs peuls dont le système de production est dominé par les productions animales.

##### **Perception du CCG et des aléas pluviométriques par les producteurs**

Les agriculteurs, comme les éleveurs interrogés n'ont jamais entendu parler du phénomène du CCG (certains ont entendu parler par la radio des grandes réunions internationales sur le sujet mais ils ignorent tout des tenants et des aboutissants de ce phénomène). Cependant, tous s'accordent sur le même constat ; au cours des 30 dernières années la pluviométrie a subi une évolution que l'on peut qualifier de régressive. Dans leurs discours et leurs analyses de cette évolution, on perçoit un lien entre l'accroissement de la pression anthropique (défrichements agricoles, augmentation de la pression de pâturage, coupe du bois...) et la dégradation des conditions pluviométriques. « *Avant, il y avait plus de forêts, plus d'animaux sauvages, les cours d'eau ne tarissaient pas. Les changements observés sont les conséquences de l'activité des hommes (mécanisation, fumure minérale, pesticides...) et ils ont été exacerbés par les changements techniques* » a déclaré un

agriculteur. A Koumbia, la pression anthropique entraîne, selon les producteurs, une baisse de fertilité du sol. Cette pression a atteint un tel seuil que les impacts du changement climatique se font davantage ressentir qu'avant. Aujourd'hui, à pluviométrie égale les niveaux de rendement ont baissé... si bien que les producteurs ne parviennent pas à dissocier l'impact respectif de ces deux phénomènes.

Pour les agriculteurs, autrefois, les pluies étaient mieux réparties dans le temps et dans l'espace. Il y avait de bonnes périodes (successions de bonnes saisons pluviométriques) et parfois des mauvaises années. Aujourd'hui, ces bonnes périodes ont disparu et la fréquence des mauvaises hivernages a augmenté. A travers les informations qu'ils reçoivent<sup>3</sup> ils estiment que la pluviométrie au niveau du territoire national est devenue plus aléatoire et mal répartie. Pour les éleveurs, la fréquence des mauvaises années caractérisées par un niveau de remplissage insuffisant des mares d'abreuvement va en augmentant d'année en année.

Encadré 1 : Certains agriculteurs *bwabas* (ethnie autochtone) s'appuient sur leurs croyances pour expliquer les évolutions observées. Dans leur coutume, les poissons commandent la pluie. Or la progression des défrichements a conduit à la mise en culture des berges de marigots et progressivement à leur comblement sous l'effet de l'érosion des sols et donc à leur assèchement. Ce phénomène a conduit à la disparition de nombreuses espèces de poissons et par voie de conséquences au dérèglement des pluies.

### Système de classification des saisons des pluies par les agriculteurs et les éleveurs

Les agriculteurs et les éleveurs distinguent différents types de scénarios pluviométriques et plus précisément différents types de « bonnes saisons des pluies » et différents types de « mauvaises saisons des pluies ».

Pour les agriculteurs, lorsque l'on analyse leurs discours, une bonne saison des pluies se caractérise avant tout par une bonne répartition des pluies au cours de l'hivernage (bonne saison = bonne répartition). Pour les éleveurs, c'est surtout la notion d'abondance de la pluie (cumul sur la saison) qui est associée à une bonne saison des pluies (bonne saison = pluies abondantes).

Pour les agriculteurs, une bonne saison des pluies se caractérise par : 1) une installation précoce des pluies (pluies utiles bien réparties au mois de mai et juin) ; 2) une pluviométrie ni trop abondante ni trop insuffisante entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jours de végétation du coton et du maïs (période sensible pour ces 2 cultures) ; 3) dans une moindre mesure par une pluviométrie pas trop abondante en septembre et octobre (pour que les cultures arrivant à maturités ne pourrissent pas en raison d'un excès d'humidité). Dans ce sens, 2004 a été une année excellente de leur point de vue car elle a répondu à l'ensemble de ces critères avec en plus un prix d'achat du coton très élevé (210F/kg).

Pour les éleveurs, une bonne saison des pluies se caractérise par :

- 1) une installation précoce des pluies à *gataaje*<sup>4</sup> (fin-avril, début-mai) pour permettre d'une part une repousse précoce de l'herbe consommable par le bétail sur les jachères et les parcelles qui seront plus tard mises en culture et d'autre part, pour faciliter l'abreuvement en mettant fin à l'exhaure de l'eau grâce à la réapparition des points d'eau de surface qui sont considérés comme « *renovatrices du sang des animaux* » ;
- 2) Un espacement entre les pluies d'hivernage (*nduungu*) pour permettre une bonne prise alimentaire lors du pâturage sur les parcours. Lorsque l'herbe est mouillée la

<sup>3</sup> En particulier les producteurs migrants qui ont gardé des liens avec leur région d'origine située plus au Nord.

<sup>4</sup> Le calendrier pastoral peut comporter 5 périodes : *gataaje* (mai/juin : installation des pluies), *nduungu* (juillet-septembre : hivernage), *djamde* (octobre : fin des pluies, début des récoltes), *dabunde* (novembre-février : vaine pâture et saison sèche froide) et *ceedu* (mars-avril : saison sèche chaude).

quantité ingérée par l'animal diminue et les pluies successives pendant plusieurs jours favorisent ce comportement. En sus, la répétition de nuits pluvieuses empêchent les animaux de se coucher au parc et ceux-ci auront tendance à augmenter leur temps de repos sur le parcours au détriment du temps de brout.

- 3) et enfin par une pluviométrie abondante en fin d'hivernage (charnière entre *nduungu* et *djaamde* ; ie septembre et en octobre) pour permettre un rechargement maximum des nappes phréatiques et écarter le spectre de la transhumance de saison sèche. Notons que pour les éleveurs, des petites pluies nombreuses en mai et juin, suffisantes pour permettre la repousse de la végétation naturelle sur les jachères et les champs mais insuffisantes pour permettre les labours et les semis constituent pour eux, contrairement aux agriculteurs, un scénario idéal<sup>5</sup> à cette période de l'année.

Pour les agriculteurs, 3 évènements principaux peuvent contribuer à détériorer la saison des pluies et compromettre la réussite des cultures.

- 1) le premier, et le principal évènement cité, est l'installation tardive des pluies. Lorsqu'un déficit pluviométrique important se produit en mai et en juin (pluies sporadiques, insuffisances de pluies utiles) les agriculteurs ne peuvent ni labourer ni semer et dans une telle situation, ils savent dès la fin du mois de juin que l'année sera médiocre ou mauvaise (année de référence citée : 2006) ;
- 2) le second évènement cité est la pluviométrie excessive, pouvant conduire à des inondations des champs, entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et du maïs (année de référence citée : 2007) ;
- 3) le troisième évènement cité est l'arrêt des pluies entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jours de végétation du coton et du maïs. Durant cette période les deux cultures sont censées être aux stades indiquées dans le Tableau II. C'est une période au cours de laquelle les cultures doivent être dans de bonnes conditions hydriques pour poursuivre leur développement et durant laquelle une sécheresse produit des dégâts irréversibles surtout sur le maïs. L'année de référence citée est la grande sécheresse de 1973 qui s'était soldée par une famine au niveau du village.

**Tableau II : Stades végétatifs du coton et du maïs durant la période sensible servant de point de repère aux agriculteurs**

Plantes indicatrices	50 <sup>ème</sup> jour de végétation	70 <sup>ème</sup> jour de végétation
Coton	Boutons floraux	Floraison et 1 <sup>ères</sup> capsules
Maïs	Apparition des fleurs mâles	Début de l'épiaison

Enfin les agriculteurs ont cité l'excès de pluie en fin d'hivernage (septembre/octobre) comme 4<sup>ème</sup> évènement pluviométrique pouvant affecter la réussite de la campagne mais ont souligné que les conséquences étaient moindres comparativement aux 3 précédents évènements, voir positives certaines années :

- 1) négative : si l'installation des pluies a été précoce et la pluviométrie normale jusqu'au mois d'août alors les pluies tardives sur des récoltes arrivant à maturité peuvent provoquer des phénomènes de pourrissement sur pieds ;
- 2) positive : dans le cas contraire, lorsque l'hivernage s'installe tardivement les pluies de septembre et d'octobre peuvent contribuer à rattraper la campagne.

<sup>5</sup> Les éleveurs accordent la priorité à l'entretien de leur troupeau, de plus ils cultivent principalement du maïs qui peut se semer jusque durant la 1<sup>re</sup> quinzaine de juillet et rarement du coton qui nécessite un semis précoce (période optimale entre le 20 mai et le 10 juin).



La combinaison de ces différents événements peut ainsi conduire d'un point de vue théorique à 12 scénarios pluviométriques (installation normale ou précoce x milieu de cycle normal, trop humide, trop sec x fin de cycle normal ou trop humide). Mais selon les dires des agriculteurs, ils distingueraient principalement 6 scénarios principaux (Tableau III).

**Tableau III : Système de classification des saisons des pluies par les agriculteurs**

Types de saison des pluies		Caractéristiques	Année de référence
Bonne saison	A. Très bonne saison	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation normale</li> <li>pluviométrie normale entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et maïs</li> </ul>	2004
	Bh. Bonne saison affectée par un excès de pluies en milieu de cycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation normale</li> <li>pluviométrie excessive entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et maïs</li> </ul>	nd
	Bs. Bonne saison affectée par manque de pluies en milieu de cycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation normale</li> <li>pluviométrie déficitaire entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et maïs</li> </ul>	nd
Mauvaise saison	C. Saison médiocre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation tardive</li> <li>pluviométrie normale entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et maïs</li> </ul>	2006
	D. Très mauvaise saison affectée par un excès de pluies en milieu de cycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation tardive</li> <li>pluviométrie excessive entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et maïs</li> </ul>	2007
	E. Très mauvaise saison affectée par un déficit de pluies en milieu de cycle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation tardive</li> <li>pluviométrie déficitaire entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jours de végétation du coton et maïs</li> </ul>	1973

NB : les saisons de type B pouvant être affectées négativement par des pluies de fin d'hivernage excessives et les saisons de type C pouvant être partiellement rattrapées par ces mêmes pluies.

Pour les éleveurs, 2 événements peuvent contribuer à affecter négativement une saison des pluies.

- 1) des pluies très insuffisantes en début et en fin d'hivernage qui conduisent à des difficultés d'alimentation des troupeaux en juin (herbe insuffisante sur jachère et champs en attente de culture) et recharge insuffisante des nappes phréatiques ;
- 2) des pluies nocturnes fréquentes et abondantes du mois d'août perturbent le repos et la rumination des animaux. Les bovins de retour de pâturage, sont alors contraints de passer la nuit debout en piétinant dans la boue ce qui les affaiblit et les expose aux maladies...

Ainsi, pour les éleveurs le système de classification des saisons des pluies semblent être plus simple que celui des agriculteurs en faisant ressortir 3 types de scénarios principaux (Tableau IV).

**Tableau IV : Système de classification des saisons des pluies par les éleveurs**

Types de saison des pluies		Caractéristiques	Année de référence
Bonne saison	A. Très bonne saison	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pluies petites et nombreuses à <i>gataaje</i> (mai/juin) pour relancer la pousse de l'herbe</li> <li>Pluies abondantes en fin de <i>nduungu</i> (septembre) et à <i>Djaamde</i> pour recharger les nappes</li> </ul>	2006
Mauvaises saisons	B. Saison médiocre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pluies insuffisantes à <i>gataaje</i> (mai/juin) pour relancer la pousse de l'herbe</li> <li>Arrêt précoce des pluies en fin de <i>Nduungu</i> (septembre) et à <i>djaamde</i> affectant le rechargement des nappes</li> </ul>	2005
	C. Nuits d'août trop pluvieuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pluies nocturnes en août abondantes : fatigue des animaux les exposant aux maladies et perturbation du comportement alimentaire au pâturage</li> </ul>	2007

En s'intéressant aux effets des scénarios pluviométriques déficitaires sur un temps plus long, les éleveurs relèvent la disparition des graminées vivaces très appréciées et recherchées par les animaux sur les parcours (*Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia smithiana* [dadjè] ; *Andropogon ascinodis* [nyantaarè]) au profit de graminées annuelles de moindres appétibilités (*Aristida spp*, *Loudetia togoensis*, *Schoenfeldia gracilis* [selbo] ; *Pennisetum pedicellatum* [bogodollo]).

#### 4.2.2 Adaptation des pratiques faces aux aléas climatiques

Cette partie de l'étude vise à implémenter les relations 3.1 et 3.2 et 3.3 du modèle (figure 1). Elle sera consacrée à la description des stratégies d'adaptation lorsque des événements pluviométriques affectent négativement le déroulement de l'hivernage.

##### Le cas des éleveurs

Pour les éleveurs, l'enquête rapide conduite auprès des 10 producteurs a permis d'identifier des adaptations des pratiques dans deux situations problématiques :

- 1) en cas de pluies insuffisantes en mai/juin et surtout d'une pluviométrie très déficitaire conduisant à une mauvaise recharge des nappes en eau et à une production de biomasses fourragères médiocre (saison de type B) ;
- 2) en cas de pluies nocturnes fréquentes et abondantes au mois d'août (saison de type C).

A chaque saison du calendrier pastorale correspondent des points d'eau qui contribuent à polariser les parcours de pâturages quotidiens (Tableau V).

**Tableau V : La chaîne annuelle des points d'abreuvement des troupeaux et sa modification en année de fort déficit pluviométrique**

Types de saison des pluies	Djaamde (octobre)	Dabunde (saison sèche froide)	Ceedu (saison sèche chaude)	Gataaje (début des pluies en mai/juin)	Ndungu (hivernage)
Bonne saison pluvieuse A (2006)	Marigots	Barrage Puisards	Puisards (début) Forages (fin)	Marigots	Marigots
Mauvaise saison pluvieuse B (2005)	Barrage Puisards	Puisards Forages	Forages Transhumance	Marigots	Marigots

Source : Données de l'enquête

Pour chaque point d'eau, les éleveurs possèdent des repères leur permettant d'apprécier son niveau de remplissage (limite que l'eau doit atteindre à une date donnée) ce qui lui permet d'anticiper sa stratégie de construction des parcours de pâturage quotidiens. Un déficit important de la pluviométrie entraînant un mauvais rechargement des nappes (saison B) conduit les éleveurs à modifier leurs parcours durant la saison sèche en fonction des points d'eaux exploitables et dans les cas extrêmes à programmer une transhumance en fin de saison sèche vers des zones plus humides. En cas de mauvaise saison des pluies les pâturages sont également affectés notamment ceux qui se situent sur les sommets des collines (*ferlo* et *foukoho*). Or ces pâturages ont une importance cruciale à *djamde* (octobre) lorsque les bergers remontent les troupeaux sur les hauteurs pour éviter les dégâts sur les champs arrivant à maturité. En cas d'arrêt brutal des pluies leur valeur alimentaire se dégrade rapidement (fructification des annuelles) ce qui place d'emblée les troupeaux dans une situation de déficit alimentaire.

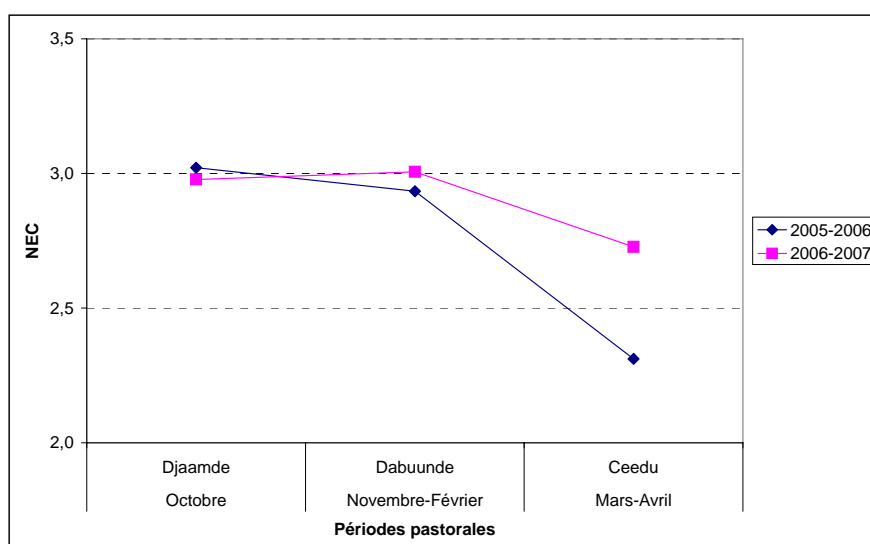
Globalement, la chaîne de pâturage selon les périodes reste inchangée quelle que soit la saison des pluies car la libération des zones de parcours en saison sèche (vaine pâture) est principalement commandée par le rythme d'évacuation des récoltes dans les champs. Cependant, pour compenser la baisse de quantité et de qualité des biomasses fourragères sur les parcours durant la saison sèche (*dabunde* et *ceedu*) suivant une mauvaise saison pluvieuse les bergers augmentent la mobilité du troupeau pour valoriser au mieux les

ressources disponibles (allongement des déplacements et des durées quotidiennes de pâturage). Durant la saison sèche postérieure à une mauvaise saison de pluie et plus particulièrement la deuxième partie (*ceedu*) on relève une exploitation pastorale accrue des forêts classées<sup>6</sup> qui offrent des réserves fourragères du fait de la mise en défend de ces espaces. Par ailleurs, certains éleveurs scindent les troupeaux en deux lots, avec un premier lot qui va en transhumance (*horedji*) et un second lot qui reste sur place et qui est soutenu par une complémentation à base de SPAI en saison sèche chaude (*ceedu*).

Lorsque les troupeaux subissent des pluies nocturnes fréquentes et abondantes en août (saison C), les éleveurs décrivent trois options :

- 1) soit déplacer le parc de nuit sur les hauteurs d'une colline si cela est possible ;
- 2) soit organiser une rotation du parc nocturne pour éviter de maintenir le troupeau dans un bournier ;
- 3) certains choisissent d'effectuer une injection préventive de trypanocide.

Une mauvaise saison des pluies (saisons B et C), malgré les pratiques d'ajustement des conduites des troupeaux au pâturage, a un effet négatif sur les performances des troupeaux en raison de la baisse de qualité des pâturages. Selon les déclarations des éleveurs, les mâles sont moins actifs et le nombre de vaches gestantes par troupeau est moins important. Les femelles sont en moins bon état corporel en fin de saison sèche (Figure 4) et cela a des conséquences sur l'aspect et la vigueur des veaux.



**Figure 4 : Variation comparée des NEC<sup>7</sup> des vaches adultes entre le mois d'octobre et d'avril après une bonne saison (2006) et après une mauvaise saison (2005) ; (moyenne calculées sur 10 troupeaux ; source : Diallo, données personnelles)**

<sup>6</sup> Les forêts classées sont interdites de pâturage par l'administration toute l'année. Mais en cas de pénurie de ressources alimentaires pour le bétail, les éleveurs enfreignent la réglementation au risque de payer des amendes.

<sup>7</sup> NEC : Note d'état corporel.

### Le cas des agriculteurs

Pour les agriculteurs, l'enquête rapide conduite auprès des 10 producteurs a permis d'identifier des règles d'adaptation des pratiques dans trois situations problématiques (Tableau VI) :

- 1) en cas d'installation tardive des pluies (saison C) ;
- 2) en cas de pluie excessive, voir d'inondation des champs, entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et du maïs (saison D) ;
- 3) en cas d'arrêt des pluies entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de végétation du coton et du maïs (saison E).

**Tableau VI : Adaptation des pratiques culturales en cas de situations pluviométrique problématiques (source : donnée d'enquête)**

Eléments de l'itinéraire technique pouvant faire l'objet d'une adaptation des pratiques	Situations problématiques		
	Installation tardive des pluies	Pluie excessive, voir inondations durant la période critique	Arrêt des pluies durant la période critique
Choix des variétés	Remplacement des variétés habituelles par des variétés précoces : maïs (KPB), sorgho rouge, arachide, niébé, sésame	Trop tard pour changer Toutes les cultures sont sensibles sauf le riz	Trop tard pour changer Maïs très sensible au sec Coton, sorgho, mil plus résistant
Surfaces cultivées	Réduction de la surface cultivée Forte réduction du coton Maïs remplacé par sorgho	Trop tard pour changer	Trop tard pour changer
Priorité donnée aux divers types de champs	Bas fonds	Champs en haut de toposéquence	Bas fonds, Bas de pentes
Pratiques d'installation (labour, semis...)	Abandon du labour pour le semis direct	Trop tard pour changer Principe de précaution : labour perpendiculaire au sens d'écoulement de l'eau ; semis et buttage dans le sens d'écoulement de l'eau (***)	Trop tard pour changer
Pratiques de fertilisation organique et minérale	Application de NPK plus précoce (avant démarriage) pour stimuler le développement végétatif Application modulée en fonction du stade végétatif (réduction NPK si plants trop petits) La fumure organique réduit les effets d'une faible pluviométrie en début de saison (*)	Suspension de l'application de l'urée	Suspension de l'application de l'urée si : 1) sol trop sec 2) chute des fleurs de coton 3) dessèchement des maïs
Pratiques d'utilisation des herbicides	Augmentation de la dose d'herbicides totaux Herbicide le jour du semis et non pas 7 j avant semis comme en année normale (**)	Trop tard pour changer	Trop tard pour changer
Pratiques de désherbage	Plus facile	Plus difficile, plus nombreux	Plus facile
Pratiques d'application des insecticides coton	RAS	RAS NB : diminution de la pression parasitaire	Dilemme : Si application chute des capsules Si pas d'application prolifération des parasites
Pratiques d'organisation du travail	RAS	Rupture de contrat avec les ouvriers	Rupture de contrat avec les ouvriers
Divers	RAS	Déclaration de sinistre sur champs de coton pour reporter le remboursement du crédit	Problème : la coutume bwaba interdit le pompage de l'eau dans les marigots pour l'irrigation...

#### Remarques

(\*) L'application de la fumure organique étant effectuée avant le labour ne rentre pas dans les pratiques d'adaptation. Cependant, les agriculteurs reconnaissent qu'un sol bien « fumé » retient mieux l'eau et favorise la levée et le développement des jeunes plantes en cas de pluviométrie déficitaire en début de cycle,

(\*\*) Pratique à risque si la levée intervient alors que l'effet de l'herbicide total est toujours actif.

(\*\*\*) Pratique à risque en cas de très forte pluie, la bonne terre est entraînée dans les marigots.

Lorsque la saison des pluies s'installe mal, les agriculteurs sont sans cesse contraints de procéder à des ajustements tactiques pour parvenir à une installation un tant soit peu

satisfaisante des cultures ce qui les conduit à mobiliser une gamme de techniques : de préparation du sol et de semis simplifiées, de révision du choix des variétés, d'ajustement des modalités d'application des herbicides, de redéfinition du programme de fertilisation et parfois dans les cas les plus graves ils se voient contraints de redéfinir leur assolement. En revanche, en cas de sécheresse et d'inondation en milieu de cycle ils n'ont pas vraiment d'alternatives techniques et sont contraints de subir passivement les caprices du temps.

Cependant, les suivis de parcelles et de pratiques culturales (Tableau VII) effectués à Koumbia en 2005 et 2007 et à Kourouma en 2007 montrent que l'efficacité de l'adaptation des pratiques est très faible lorsque l'installation des pluies est mauvaise. En 2005 à Koumbia et en 2007 à Kourouma les saisons des pluies ont été bonnes et principalement caractérisées par une bonne installation des pluies. En revanche, en 2007 à Koumbia l'installation des pluies a été catastrophique (NB : les hauteurs de pluies de mai et juin se concentrent sur un nombre de jours de pluie très insuffisants) les semis ont été fortement retardés. On continuait à semer le coton après le 14 juillet... Ce tableau montre qu'à Koumbia en 2007, l'installation tardive des pluies a contraint les agriculteurs à semer très tardivement et que la suite de la campagne a été totalement perturbée ce qui a conduit à des rendements coton et maïs très médiocres (beaucoup plus faible qu'en 2005 et beaucoup plus faible qu'à Kourouma où la saison des pluies s'est bien installée en 2007).

**Tableau VII : Dates de semis et rendements coton et maïs à Koumbia (2005-2007) et Kourouma (2007)**

cultures	Coton			Maïs		
village	Kbia 05	Kbia 07	Krma 07	Kbia 05	Kbia 07	Krma 07
Installation des pluies	bonne	mauvaise	bonne	bonne	mauvaise	bonne
Date moyenne des semis	1/6	27/6	7/6	16/6	23/6	8/6
Haut. plants au 12/06 (cm)	X	0	6	X	0	12
Haut. plants au 26/06 (cm)	X	0	13	X	3	23
Haut. plants au 12/07 (cm)	X	5	29	X	14	58
Rendements (kg/ha)	1770±458	949±576	1897±372	2165±695	1897±562	3643±1059

Pas de données disponibles pour Kourouma en 2005, pas de données sur les hauteurs de plants en 2007

## 5. Discussion et Conclusions

Les résultats de cette étude doivent être utilisés avec précaution dans la mesure où il s'agit d'un travail effectué sur une seule localité, sur un nombre d'unités de production limité et sur la base de données déclaratives concernant la caractérisation des saisons et les corps de règles. Elle devra être complétée par des travaux complémentaires sur d'autres localités, sur un échantillon de producteurs plus important et aussi par des suivis de pratiques et des mesures des performances et de leurs impacts. Cette étude préliminaire a permis de commencer à implémenter le modèle proposé dans la première partie mais certaines interactions (relations 1, 4 et 5) n'ont pas encore été étudiées et devront l'être par la suite pour une compréhension plus globale des processus en cours. Néanmoins cette étude préliminaire nous permet de tirer les conclusions suivantes.

Les agriculteurs et les éleveurs n'ont pas les mêmes critères pour apprécier une saison des pluies (l'hivernage 2006 a été bon pour les éleveurs mais mauvais pour les agriculteurs) et d'un point de vue stratégique nous pouvons considérer qu'ils se trouvent dans des situations radicalement différentes.

L'agriculteur se trouve dans une situation « d'incertitude absolue », vis-à-vis du scénario pluviométrique qui l'attend et donc des choix techniques à réaliser. Cela le conduit à adapter l'itinéraire technique des cultures au fur et à mesure du déroulement de l'hivernage

(ajustement au jour le jour) lorsque que cela est possible. Les ajustements sont surtout possibles en début de campagne agricole par le remplacement d'une culture à cycle long (coton) par une culture plus précoce (maïs, sésame, niébé), le recours au semis direct et l'abandon du travail du sol, la modification des doses de fertilisant et les modes d'application des herbicides, l'association ou non de cultures, les ajustements de surfaces allouées aux différentes cultures. Durant la 2<sup>e</sup> moitié du cycle des cultures, les ajustements sont beaucoup plus difficiles à envisager sauf en cas de pluviométrie importante (ajout d'un sarco-buttage, culture dérobée pour exploiter les réserves en eau du sol).

En revanche, nous pouvons considérer que l'éleveur se trouve dans une situation « d'incertitude relative » puisque en fin d'hivernage il peut se faire une idée de l'état des ressources pastorales qui seront disponibles en saison sèche sur son territoire d'activité habituel (niveau de remplissage des points d'eau, disponibilité en biomasse sur les parcours naturels et sur les champs cultivés, ...) et donc de la conduite technique à adopter jusqu'au milieu de la saison sèche chaude.

D'autre part, le moment où l'incertitude atteint son seuil maximal diffère entre agriculteurs et éleveurs. Pour l'agriculteur le niveau d'incertitude est maximal en début d'hivernage (début mai) et diminue progressivement au cours de celui-ci pour s'annuler à la fin des pluies (fin octobre), alors que pour l'éleveur il est au minimum en octobre (djaamde) puis il augmente progressivement au cours de la saison sèche en raison d'évènements qui pourront affecter les ressources et qu'il ne peut connaître a priori (passage de transhumants, installation de maraîchage dans les bas fonds, date de reprise des pluies...).

Placés dans une situation « d'incertitude relative », les éleveurs distinguent un nombre limité de scénarios pluviométriques d'hivernage et pour chaque scénario ils adoptent une stratégie de conduite du troupeau en s'appuyant sur des indicateurs et un corps de règles d'ajustement rudimentaire. L'appréciation de l'hivernage par l'éleveur dépend principalement de la hauteur totale des pluies plus que de leur répartition, ce qui le conduit à distinguer des années à excédent pluviométriques et des années à déficit. Leur appréciation de l'abondance des pluies se fait principalement de façon indirecte à partir de la visualisation des hauteurs d'eau dans les points d'abreuvement correspondant à chaque période du calendrier pastoral. Selon le scénario, au fil de la saison sèche, il ajuste la conduite du troupeau au pâturage en fonction du rythme, d'abord de libération (dabundé) puis de disparition progressive (ceedu) de la biomasse fourragère au sol et de l'eau de surface. Le point critique se situant en fin de saison sèche chaude (ceedu), avec le tarissement des points d'eau induisant la décision de partir ou non en transhumance (quelle soit courte avec un retour dès l'hivernage, ou longue avec un retour pour la vaine pâture donc après les récoltes). En hivernage, les contraintes pour l'alimentation du bétail se libèrent peu à peu, malgré les difficultés de circulation des troupeaux entre les champs cultivés.

Placés dans une situation « d'incertitude absolue » les agriculteurs agissent selon une logique procédurale. Elle se base sur (1) une planification de la campagne définie en fonction des résultats de production de l'année antérieure (rendements obtenus, niveau de crédit remboursé...) (2) quelques principes de précaution généraux mis en application dès le début de la campagne (combinaison de variétés plus ou moins hâtives, emblavement surdimensionné, étalement des dates de semis...) et (3) sur un corps de règles d'ajustement perfectionné pour parvenir à gérer durant l'hivernage un écosystème cultivé subissant ou non d'importants aléas pluviométriques afin de : réguler l'approvisionnement en eau de la culture (ni trop, ni trop peu), contrôler les adventices et les ravageurs, apporter les engrais aux bonnes périodes... Le corps de règle qui a commencé à être caractérisé par cette étude permet de distinguer (i) les pratiques et choix stratégiques qui relèvent du principe de précaution et de stratégies anti-aléatoires : semer tôt, recours aux associations, semer plus, dispersion des parcelles sur un territoire, combinaisons cultures de bas fond cultures de plateaux/glacis et (ii) les ajustements en cours de campagne. Cependant les suivis de

parcelles effectués sous différents scénarios pluviométriques ont montré les effets très limités des ajustements en cours de campagne. Dans la localité étudiée le recours à la culture de contre saison irriguée (maraîchage, maïs) comme alternative à une mauvaise production en pluvial n'est pas encore retenu dans les stratégies d'adaptation. Elle rentrera en concurrence avec la fin des travaux habituels (récolte du coton jusque fin décembre) et reste tabou pour les agriculteurs autochtones.

Ce diagnostic préliminaire, laisse penser que le changement climatique global en Afrique subsaharienne affectera plus spécifiquement l'agriculture pluviale que l'élevage dans un premier temps. Nous pouvons penser, comme cela a été écrit dans un récent rapport de la Banque Mondiale (World Bank, 2007) sur le sujet que : « *les paysans d'Afrique se tourneront sans doute progressivement vers l'élevage (notamment de chèvres et de moutons). Il sera sans doute plus rentable de faire de l'élevage que d'exploiter des cultures, dans la perspective du nouveau régime climatique* ».

Pour les éleveurs, la situation ne pourra se dégrader qu'en cas d'une diminution sévère du niveau des pluies réduisant progressivement le disponible fourrager et les ressources en eau. Les agriculteurs seront quand à eux plus directement et plus durement touchés que les éleveurs quel que soit le scénario car la seule évolution favorable serait une augmentation de la fréquence des « années normales » or elle n'est prédite par aucun modèle.

Mais si les agriculteurs, qui représentent actuellement la fraction ultra-majoritaire des populations agricoles dans les zones subhumides cotonnières, augmentent leur cheptel d'ovins, de bovins et de caprins alors la pression sur les pâturages déjà forte s'accroîtra d'autant dans un contexte où les producteurs ont déjà du mal à dissocier les effets respectifs du changement climatique et de la pression anthropique.

Il est donc urgent de développer avec les producteurs des solutions techniques et organisationnelles pour : 1) accroître la production et réduire les pertes de biomasses fourragères (cultures fourragères pures ou associées, valorisation des résidus agricoles, approvisionnement en SPAI...), 2) réduire l'évaporation au niveau des sols (couverture végétale et fumure organique, préservation du parc arboré, aménagement anti-érosif...), 3) renforcer la flexibilité des itinéraires face aux aléas climatiques (variétés à cycle court, fertilisation et application des herbicides raisonnées...), 4) élaborer des règles de gestion concertée des espaces agro-sylvo-pastoraux à l'échelle des territoires villageois (régénération du parc arboré, préservation des berges, régénération des pâturages, réglementation du pâturage aérien, gestion concertée des points d'eau...) et mettre place des cadres de concertation locaux pour le suivi de la mise en œuvre de ces systèmes de régulation innovants.

## 6. Références bibliographiques

GRIFFON M., 2007. Nourrir La planète. Edition O. Jacob.

SOME L, HONADIA M., 2006. Programme d'action nationale d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (PANA Burkina Faso). Ouagadougou : Secrétariat permanent du conseil national pour l'environnement et le développement durable, 76 p.

VALL E., DUGUE P., BLANCHARD M., 2006. Le tissage des relations agriculture-élevage au fil du coton, 1990-2005 : crises, mutations, innovations...et développement durable. Cahiers Agriculture, vol. 15, n° 1 : 72-79.

WORLD BANK, 2007. Travaux récents sur les enjeux de l'adaptation au changement climatique. <http://econ.worldbank.org>.